

Spectroscopical device in a confocal microscope

Patent number: EP1178345
Publication date: 2002-02-06
Inventor: KNEBEL WERNER DR (DE)
Applicant: LEICA MICROSYSTEMS (DE)
Classification:
 - International: G02B21/00; G01J3/32
 - european: G01J3/14; G01J3/32; G02B21/00M4A
Application number: EP20010117981 20010725
Priority number(s): DE20001038049 20000802

Also published as:

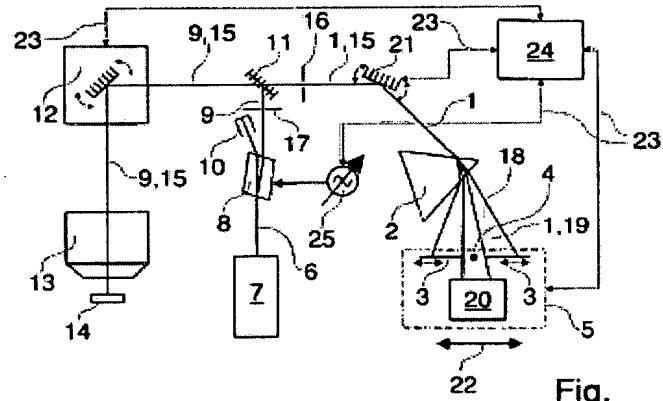
US6809815 (B2)
 US2002021440 (A1)
 JP2002122787 (A)
 DE10038049 (A1)

Cited documents:

US5192980
 US5329352
 DE4330347
 EP0548830
 DE19835072
[more >>](#)

[Report a data error here](#)
Abstract of EP1178345

Optical arrangement for selection and detection of the light from a spectral region of a light beam (1) in a confocal raster microscope with a prism (2) for spectral separation of the light beam and a shutter (3) for selection of a particular spectral region (4). To effect the spectral region (4) of the spectrally divided light beam (19), it and the detector device can be moved relative to each other. Relative displacement of the spectral region of the light beam and the detector is achieved using a galvanometer for rotational or translational displacement.


Fig.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

This Page Blank (Usd)

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

EP 1 178 345 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.02.2002 Patentblatt 2002/06

(51) Int Cl. 7: G02B 21/00, G01J 3/32

(21) Anmeldenummer: 01117981.9

(22) Anmeldetag: 25.07.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 02.08.2000 DE 10038049

(71) Anmelder: Leica Microsystems Heidelberg GmbH
68165 Mannheim (DE)

(72) Erfinder: Knebel, Werner, Dr.
76709 Kronau (DE)

(74) Vertreter: Naumann, Ulrich, Dr.-Ing.
Patentanwälte, Ullrich & Naumann,
Luisenstrasse 14
69115 Heidelberg (DE)

(54) Spektroskopische Anordnung in einem konfokalen Mikroskop

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Anordnung zur Selektion und Detektion des Spektralbereichs eines Lichtstrahls (1) in einem konfokalen Rastermikroskop, mit einem Mittel (2) zur spektralen Zerlegung des Lichtstrahls (1), mit Mitteln (3) zum Selektieren eines vorgebbaren spektralen Bereichs (4) und mit einer Detektionsvorrichtung (5). Die optische Anordnung sollte von einem zu detektierenden spektralen Bereich mehrere schmalbandige spektrale Bereiche möglichst

lückenlos und in variabel einstellbaren Schritten abtasten bzw. detektieren können. Weiterhin sollte eine schnelle und variable spektrale Detektion möglich sein, die gleichzeitig kostengünstig realisierbar ist. Die erfindungsgemäße optische Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Beeinflussung des zu detektierenden spektralen Bereichs (4, 18) der spektral zerlegte Lichtstrahl (19) und die Detektionsvorrichtung (5) relativ zueinander in ihrer Position veränderbar sind.

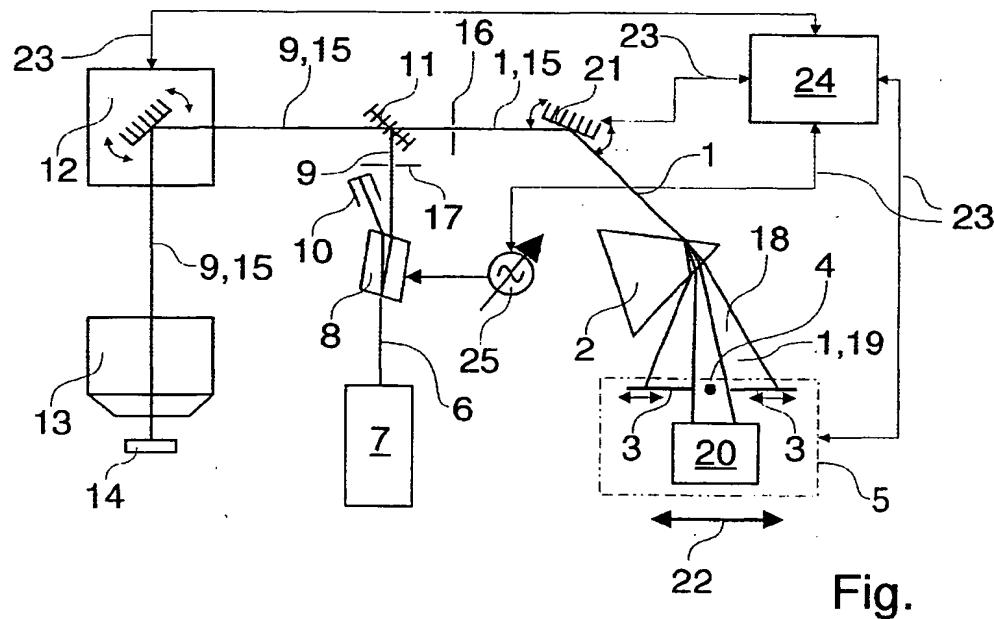


Fig.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Anordnung zur Selektion und Detektion des Lichts eines Spektralbereichs eines Lichtstrahls in einem konfokalen Rastermikroskop, mit einem Mittel zur spektralen Zerlegung des Lichtstrahls, mit Mitteln zum Selektieren eines vorgebbaren spektralen Bereichs und mit einer Detektionsvorrichtung.

[0002] Anordnungen der gattungsbildenden Art sind aus der DE 43 30 347, der DE 199 02 625 und der DE 199 06 757 bekannt. Diese Anordnungen werden vorzugsweise im Strahlengang konfokaler Laserscanning-Mikroskope eingesetzt. Hierbei wird ein das Detektionspinhole passierender Lichtstrahl mit einem Mittel zur spektralen Zerlegung spektral aufgefächert. Ein Teil des spektral aufgefächerten Lichtstrahls kann dann eine erste variabel angeordnete Spiegelblendenanordnung passieren. Der entsprechende spektrale Bereich wird dann von einem Detektor detektiert. Der Anteil des aufgefächerten Lichtstrahls, der auf die erste Spiegelblendenanordnung auftrifft, wird an ihr zu einer weiteren Spiegelblendenanordnung reflektiert. Auch an der weiteren Spiegelblendenanordnung kann ein Teil des an der ersten Spiegelblendenanordnung reflektierten spektral aufgefächerten Lichtstrahls passieren, der mit einem weiteren Detektor detektiert wird. Der verbleibende Teil wird mit der weiteren Spiegelblendeneinrichtung zu einem dritten Detektor reflektiert, dem gegebenenfalls eine weitere Spiegelblendenanordnung vorgeordnet ist.

[0003] Die bekannten optischen Anordnungen verwenden zur Detektion verschiedener Spektralbereiche mehrere Detektionskanäle. Jeder Detektionskanal ist üblicherweise mit einem eigenen Detektor ausgerüstet, was mit zum Teil erheblichen Kosten verbunden ist. Mit den bekannten optischen Anordnungen ist es ferner möglich, simultan mehrere Spektralbereiche zu detektieren, jedoch ist eine Detektion zahlreicher schmalbandiger Spektralbereiche mit den bekannten Anordnungen simultan nicht ohne weiteres möglich. Insbesondere wenn der gesamte Spektralbereich von beispielsweise 500 nm bis 800 nm in 5 nm-Schritten zu detektieren ist, ist eine mechanische Verstellung der variabel angeordneten Spiegelblenden erforderlich, was relativ viel Zeit in Anspruch nimmt.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine optische Anordnung der gattungsbildenden Art anzugeben und weiterzubilden, die von einem zu detektierenden spektralen Bereich mehrere schmalbandige spektrale Bereiche möglichst lückenlos und in variabel einstellbaren Schritten abtasten bzw. detektieren kann. Weiterhin sollte eine schnelle und variable spektrale Detektion möglich sein, die gleichzeitig kostengünstig realisierbar ist.

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren der gattungsbildenden Art löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Danach ist

eine solche Anordnung dadurch gekennzeichnet, dass zur Beeinflussung des zu detektierenden spektralen Bereichs der spektral zerlegte Lichtstrahl und die Detektionsvorrichtung relativ zueinander in ihrer Position veränderbar sind.

[0006] Erfindungsgemäß ist zunächst erkannt worden, dass eine schnelle und variable spektrale Detektion durch eine relative Positionsänderung erzielt werden kann, und zwar ohne jedesmal mindestens eine Spiegelblende mechanisch zu bewegen. Durch diese relative Positionsänderung ist es in vorteilhafter Weise möglich, den spektralen Detektionsbereich sehr viel schneller einzustellen, als das mit einer Spektralbereichsänderung durch die Mittel zum Selektieren des vorgebbaren Bereichs möglich ist, wodurch die Detektionszeit reduziert wird. Beispielsweise ist es insbesondere bei der Selektion eines schmalbandigen spektralen Detektionsbereichs von 5 nm möglich, aufgrund der relativen Positionsänderung einen ausgedehnten Spektralbereich mit diesem eingestellten schmalbandigen Spektralbereich in Schritten von je 5 nm zu detektieren.

[0007] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Detektionsvorrichtung nur einen Detektor. Bei diesem Detektor könnte es sich beispielsweise um einen Photomultiplier handeln, die Verwendung einer Photodiode, insbesondere einer Avalanche-Photodiode, wäre ebenfalls denkbar. Aufgrund der relativen Positionsänderung des spektral zerlegten Lichtstrahls und der Detektionsvorrichtung kann in vorteilhafter Weise auf den Einsatz mehrerer Detektoren verzichtet werden, was die Herstellungskosten ganz erheblich reduziert. Letztendlich werden nicht nur zwei, drei oder vier Detektoren eingespart, sondern auch deren zum Teil aufwendige Stromversorgung sowie Auslesevorrichtungen mit der entsprechenden Peripherie. Darüber hinaus entfällt des weiteren die komplizierte räumliche Anordnung mehrerer Detektoren samt deren Mittel zum Selektieren des vorgebbaren spektralen Bereichs, so dass in weiterer vorteilhafter Weise die Produktion erheblich vereinfacht wird.

[0008] Die erfindungsgemäße relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl und der Detektionsvorrichtung bewirkt eine Veränderung der Anfangs- und/oder Endwellenlänge des spektral selektierten Bereichs. Wenn beispielsweise der spektral zerlegte Lichtstrahl relativ zur Detektionsvorrichtung lateral verschoben wird, so "sieht" der Detektor nach dieser Verschiebung einen spektralen Bereich, der eine andere Anfangs- und Endwellenlänge aufweist. Wenn die Dispersionseigenschaft des Mittels zur spektralen Zerlegung kleiner ist, bleibt in diesem Beispiel die Breite des zu detektierenden spektralen Bereichs unverändert, da die Lage der Mittel zum Selektieren des vorgebbaren spektralen Bereichs relativ zum Detektor nicht verändert wurden. Es gibt nun mehrere Möglichkeiten, die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl und der Detektionsvorrichtung durchzuführen.

[0009] In einer ersten Ausführungsform wird zur relativen Positionsänderung mindestens ein im Strahlengang angeordnetes optisches Bauteil gedreht oder verschoben. Bei dem optischen Bauteil handelt es sich vorzugsweise um einen Spiegel. Das Drehen eines im optischen Strahlengang angeordneten Spiegels könnte das zu detektierende Lichtbündel in der Pupille einer das Lichtbündel kollimierenden Linse verkippen. Der sich drehende Spiegel müßte im Detektionsstrahlengang der kollimierenden Linse vorgeordnet sein. Das gedrehte oder verschobene optische Bauteil ist im Detektionsstrahlengang vor dem Mittel zur spektralen Zerlegung angeordnet. Das Verkippen des Lichtbündels in der Pupille der kollimierenden Linse bewirkt eine laterale Verschiebung des auf die Detektionsvorrichtung auftreffenden spektral zerlegten Lichtstrahls.

[0010] In einer alternativen Ausführungsform erfolgt die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl und der Detektionsvorrichtung durch Drehen oder Verschieben des Mittels zur spektralen Zerlegung. Auch hierdurch kann der spektral zerlegte Lichtstrahl relativ zur Detektionsvorrichtung verschoben bzw. verändert werden.

[0011] Das optische Bauteil bzw. das Mittel zur spektralen Zerlegung könnte auch gedreht und verschoben werden. Hierdurch ergibt sich dann - abhängig von der Anordnung der Drehachse und der Ausgestaltung der Verschiebung - eine Verkipfung des optischen Bauteils bzw. des Mittels zur spektralen Zerlegung.

[0012] Die Drehung des Mittels zur spektralen Zerlegung sowie des obengenannten optischen Bauteils könnte unter Verwendung eines Galvanometers erfolgen. Das zu drehende Bauteil könnte direkt an das Galvanometer gekoppelt sein. Vorzugsweise ist es auf dessen mechanischer Drehachse befestigt. Alternativ hierzu könnte die Drehung der zu drehenden Bauteile durch den Einsatz von Piezoelementen erfolgen. Diese Drehung könnte über einen mechanischen Hebel bewirkt werden, wobei der Hebel beispielsweise relativ zur Drehachse radial verläuft und das Piezoelement zwischen einem ortsfesten Gehäuseteil und dem mechanischen Hebel wirkt. Hierbei ist eine Drehung des Bauteils in die beiden entgegengesetzten Drehrichtungen erforderlich, wobei der mechanische Hebel mit dem Piezoelement derart gekoppelt ist, dass das Piezoelement den Hebel sowohl drücken als auch ziehen kann.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl und der Detektionsvorrichtung durch eine Relativbewegung der Detektionsvorrichtung erfolgt. Hierbei kann die Relativbewegung der Detektionsvorrichtung entweder gradlinig oder auf einem Bogen erfolgen. Im Allgemeinen werden die Mittel zum Selektieren des vorgebbaren spektralen Bereichs - also beispielsweise die Spaltblendenanordnung - mitsamt dem Detektor bewegt. Die Detektionsvorrichtung umfasst in diesem Fall die Mittel zum Selektieren des vorgebbaren Bereichs und den Detektor. Falls die

Relativbewegung über eine Strecke erfolgt, die kleiner als die nutzbare Ausdehnung des Detektors ist, könnten in vorteilhafter Weise auch lediglich die Mittel zum Selektieren des vorgebbaren spektralen Bereichs bewegt werden.

[0014] In einer besonders vorteilhafter Weise erfolgt die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl und der Detektionsvorrichtung durch eine kombinierte Winkel-/Lageänderung mindestens zweier optischer Bauteile. Durch die kombinierte bzw. simultane Positionsänderung, beispielsweise eines sich drehenden Spiegels mit der Relativbewegung der Detektionsvorrichtung, ist eine beschleunigte Detektion bei veränderter spektraler Detektionseinstellung möglich. So könnten kombiniert ein im Strahlengang angeordnetes optisches Bauteil sowie das Mittel zum spektralen Zerlegen und die Detektionsvorrichtung jeweils eine Winkel- und/oder Lageänderung durchführen, wobei die Frequenzen der jeweiligen Winkel/Lageänderung in fester Beziehung zueinander stehen können. Beispielsweise dreht das zweite Bauteil mit der doppelten Frequenz des ersten Bauteils und die Detektionsvorrichtung wird mit einer dreifachen Frequenz der Drehbewegung des ersten Bauteils bewegt.

[0015] Als Mittel zur spektralen Zerlegung ist ein Prisma, ein Reflexions- oder eine Transmissionsgitter vorgesehen. Die Verwendung eines Prismas zur spektralen Zerlegung hat den Vorteil, dass die Streulichtanteile bei einem Prisma verglichen zu einem Gitter geringer sind, so dass ein Prisma zur spektralen Zerlegung für die erfindungsgemäße Anordnung bevorzugt wird. Ein Reflexions- oder Transmissionsgitter wäre dann zu bevorzugen, wenn die Streulichtanteile detektorseitig eine untergeordnete Rolle spielen, jedoch das Mittel zur spektralen Zerlegung - also das Gitter - aufgrund der geringeren Masse mit einer hohen Frequenz gedreht bzw. verschoben werden soll.

[0016] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl und der Detektionsvorrichtung mit dem Rastervorgang des konfokalen Rastermikroskops synchronisierbar. Hierdurch kann die spektrale Detektion in Abhängigkeit der jeweiligen Rasterposition des konfokalen Rastermikroskops während des Scanvorgangs verändert werden, wodurch in besonders vorteilhafter Weise für jeden Objektpunkt beispielsweise die spektrale Verteilung des von dem Objektpunkt emittierten Fluoreszenzlichts detektiert werden kann.

[0017] In einer konkreten Ausführungsform ist vorgesehen, dass mit dem konfokalen Rastermikroskop ein Objektausschnitt bei verschiedenen spektralen Detektionseinstellungen wiederholt solange jeweils abgerastert wird, bis der gesamte zu detektierende Spektralbereich detektiert ist. Erst dann wird ein nächster Objektausschnitt abgerastert. Ein Objektausschnitt könnte ein Punkt, eine Linie, eine Gerade, eine Fläche oder ein dreidimensionaler Bereich sein. Beispielsweise könnte

eine Linienrasterung derart ausgestaltet sein, dass der spektrale Detektionsbereich eine Breite von 5 nm aufweist. Der für die Detektion insgesamt verfügbare Spektralbereich verläuft von 500 nm bis 800 nm. Der vorgebbare spektrale Detektionsbereich wird nun zu Beginn der Linienrasterung derart eingestellt, dass der Detektor den spektralen Bereich von 500 nm bis 505 nm detektiert. Nachdem die abzurasternde Linie das Objekt ein erstes Mal abgerastert hat, wird durch die relative Positionsänderung des spektral zerlegten Lichtstrahls und der Detektionsvorrichtung ein zu detektierender spektraler Bereich von 505 nm bis 510 nm eingestellt, der von dem Detektor detektiert wird. Es ist vorgesehen, dass die gleiche Linie des Objekts so oft abgerastert wird, bis das Detektionslicht des vorgegebenen spektralen Bereichs von 5 nm lückenlos bis zu der höchsten zu detektierenden Wellenlänge von 800 nm detektiert wurde. Diese Vorgehensweise ist auch bei einer beliebig ausgeformten oder gekrümmten Linie eines Objekts denkbar. Hinsichtlich der Fläche ist ein Rechteck oder ein beliebig begrenztes zweidimensionales Gebiet vorgesehen.

[0018] Die Synchronisation der relativen Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl und der Detektionsvorrichtung mit dem Rastervorgang des konfokalen Rastermikroskops umfasst in vorteilhafter Weise auch die Wahl der in das Rastermikroskop einzukoppelnden Lichtwellenlänge. Beispielsweise ist es bei der konfokalen Fluoreszenz-Rastermikroskopie denkbar, dass während der oben beschriebenen Linienrasterung passend zu dem jeweilig eingestellten spektralen Detektionsbereich Licht der entsprechenden Anregungswellenlänge des für diesen spektralen Detektionsbereich in Frage kommenden Fluoreszenzfarbstoffs in das Rastermikroskop eingekoppelt wird. Die Einkopplung des Lichts der entsprechenden Wellenlänge erfolgt hierbei mit einem akusto-optischen Bauteil, beispielsweise einem AOTF (Acousto-Optical-Tunable-Filter) oder einem AOBS (Acousto-Optical-Beam-Splitter), wie es beispielsweise aus der DE 199 06 757 bekannt ist. Mit einem AOTF bzw. AOBS ist es möglich, Licht einer bestimmten Wellenlänge selektiv in das konfokale Rastermikroskop einzukoppeln, wobei auch Licht mehrerer Wellenlängen simultan einkoppelbar sind und die Leuchtleistung des Lichts der jeweiligen Wellenlänge mit dem AOTF bzw. AOBS regelbar ist.

[0019] Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszustalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen optischen Anordnung.

- 5 **[0020]** Die Fig. zeigt eine optische Anordnung zur Selektion und Detektion des Spektralbereichs eines Lichtstrahls 1 in einem konfokalen Rastermikroskop, mit einem Mittel 2 zur spektralen Zerlegung des Lichtstrahls 1, mit Mitteln 3 zum Selektieren eines vorgebbaren spektralen Bereichs 4 und mit einer Detektionsvorrichtung 5.
- 10 **[0021]** Bei dem in der Fig. gezeigten konfokalen Rastermikroskop wird Laserlicht 6 der Laserlichtquelle 7 mit Hilfe eines AOTF's 8 in den Beleuchtungstrahlgang 9 des konfokalen Rastermikroskops eingekoppelt. Das nicht eingekoppelte Laserlicht wird von der Strahlfalle 10 absorbiert. Das eingekoppelte Laserlicht 9 wird an dem dichroitischen Strahlteiler 11 zur Strahlablenkeinrichtung 12 reflektiert, bei der das Beleuchtungslicht 13 in zwei im wesentlichen senkrecht zueinanderstehenden Richtungen abgelenkt wird. Das Beleuchtungslicht durchläuft die Mikroskopoptik 14 und beleuchtet das schematisch gezeichnete Fluoreszenzobjekt 15. Das vom Fluoreszenzobjekt 14 emittierte Fluoreszenzlicht 16 durchläuft den Strahlengang in umgekehrter Reihenfolge bis zum dichroitischen Strahlteiler 11.
- 15 **[0022]** Nach dem Passieren des Detektionspinholes 17, das in einer zur Ebene des Anregungspinholes 18 der spektral zerlegte Lichtstrahl 19 und die Detektionsvorrichtung 5 relativ zueinander in ihrer Position veränderbar. Die Detektionsvorrichtung 5 umfasst einen einzigen Detektor 20.
- 20 **[0023]** Erfindungsgemäß sind zur Beeinflussung des zu detektierenden spektralen Bereichs 4, 18 der spektral zerlegte Lichtstrahl 19 und die Detektionsvorrichtung 5 relativ zueinander in ihrer Position veränderbar. Die Detektionsvorrichtung 5 umfasst einen einzigen Detektor 20.
- 25 **[0024]** Die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl 19 und der Detektionsvorrichtung 5 bewirkt eine Veränderung der Anfangs- und/oder Endwellenlänge des spektral selektierten Bereichs 4. Die relative Positionsänderung erfolgt durch Drehen des im Detektionsstrahlengang 15 angeordneten Spiegels 21. Der Spiegel 21 ist vor dem Mittel 2 zur spektralen Zerlegung angeordnet. Die Drehung des Spiegels 21 erfolgt um die senkrecht zur Zeichenebene verlaufende Drehachse 26.
- 30 **[0025]** Zur relativen Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl 19 und der Detektionsvorrichtung 5 ist weiterhin eine Relativbewegung der Detektionsvorrichtung 5 vorgesehen. Die Detektionsvorrichtung 5 wird entlang der Richtung 22 geradlinig bewegt. Somit werden der Detektor 5 und die Mittel 3 zum Selektieren des vorgebbaren Bereichs 4 gemeinsam verschoben.
- 35 **[0026]** In diesem Ausführungsbeispiel werden also zwei optische Bauteile, der Spiegel 21 und die Detekti-

onsvorrichtung 5, einer kombinierten Winkel- und Lageänderung unterzogen. Hierbei erfolgt die Bewegung der Detektionsvorrichtung 5 verglichen zur Drehbewegung des Spiegels 21 langsam.

[0027] Zur spektralen Zerlegung des Lichtstrahls 15 dient ein Prisma 2.

[0028] Mit Hilfe den Verbindungen 23 ist die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl 19 und der Detektionsvorrichtung 5 mit dem Rastervorgang des konfokalen Rastermikroskops synchronisierbar. Die aktuelle Position der Strahlablenkeinrichtung 12 wird über die Synchronisationsverbindung 23 dem Steuerrechner 24 des konfokalen Rastermikroskops übergeben, der in Abhängigkeit der aktuellen Strahlposition der Strahlablenkeinrichtung 12 den Spiegel 21 sowie die Detektionsvorrichtung 5 bewegt. Der Steuerrechner 24 des konfokalen Rastermikroskops ist ebenfalls über eine Verbindung 23 mit der Steuervorrichtung 25 des AOTF's 8 verbunden, so dass die Wahl der in das Rastermikroskop einzukoppelnden Lichtwellenlänge ebenfalls synchron zur relativen Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl 19 und der Detektionsvorrichtung 5 möglich ist.

[0029] Abschließend sei ganz besonders darauf hingewiesen, dass das voranstehend erörterte Ausführungsbeispiel lediglich zur Beschreibung der beanspruchten Lehre dient, diese jedoch nicht auf das Ausführungsbeispiel einschränkt.

Patentansprüche

1. Optische Anordnung zur Selektion und Detektion des Lichts eines Spektralbereichs eines Lichtstrahls (1) in einem konfokalen Rastermikroskop, mit einem Mittel (2) zur spektralen Zerlegung des Lichtstrahls (1), mit Mitteln (3) zum Selektieren eines vorgebbaren spektralen Bereichs (4) und mit einer Detektionsvorrichtung (5), **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Beeinflussung des zu detektierenden spektralen Bereichs (4, 18) der spektral zerlegte Lichtstrahl (19) und die Detektionsvorrichtung (5) relativ zueinander in ihrer Position veränderbar sind. 35
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detektionsvorrichtung (5) nur einen Detektor (20) umfasst. 40
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl (19) und der Detektionsvorrichtung (5) eine Veränderung der Anfangs- und/oder Endwellenlänge des spektral selektierten Bereichs (4) bewirkt. 45
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die relative Positi-
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl (19) und der Detektionsvorrichtung (5) durch Drehen und/oder Verschieben mindestens eines im Strahlengang (15) angeordneten optischen Bauteils, vorzugsweise eines Spiegels (21), erfolgt, wobei das optische Bauteil (21) vor dem Mittel (2) zur spektralen Zerlegung angeordnet sein kann. 55
6. Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehung unter Verwendung eines Galvanometers erfolgt, wobei das zu drehende Bauteil (21, 2) direkt an dem Galvanometer, vorzugsweise auf dessen mechanischer Drehachse befestigt, gekoppelt sein kann. 60
7. Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehung durch den Einsatz von Piezoelementen erfolgt, wobei ein Piezoelement die Drehung über einen mechanischen Hebel bewirken kann. 65
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl (19) und der Detektionsvorrichtung (5) durch eine Relativbewegung der Detektionsvorrichtung (5) erfolgt, wobei die Relativbewegung der Detektionsvorrichtung (5) geradlinig oder auf einem Bogen verlaufen kann. 70
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl (19) und der Detektionsvorrichtung (5) durch eine kombinierte Winkel/Lageänderung mindestens zweier optischer Bauteile (21, 2, 5) erfolgt. 75
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Mittel (2) zur spektralen Zerlegung ein Prisma, ein Reflexions- oder ein Transmissionsgitter dient. 80
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die relative Positionsänderung zwischen dem spektral zerlegten Lichtstrahl (19) und der Detektionsvorrichtung (5) mit dem Rastervorgang des konfokalen Rastermikroskops synchronisierbar ist. 85
12. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass mit dem konfokalen Rastermikroskop ein Objektausschnitt bei verschiedenen spektralen Detektionseinstellungen wiederholt solange jeweils abgerastert wird, bis der gesamte zu detektiere Spektralbereich detektiert ist, bevor ein nächster Objektausschnitt abgerastert wird, wobei der Objektausschnitt ein Punkt, eine Linie, eine Gerade, eine Fläche oder ein dreidimensionaler Bereich sein kann.

5

10

13. Anordnung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Synchronisation auch die Wahl der in das Rastermikroskop einzukoppeln den Lichtwellenlänge umfasst, wobei die Wahl der einzukoppelnden Lichtwellenlänge mit einem akustooptischen Bauteil, insbesondere einem AOTF (8) (Acousto-Optical-Tunable-Filter) oder einem AOBS (Acousto-Optical-Beam-Splitter) erfolgen kann.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

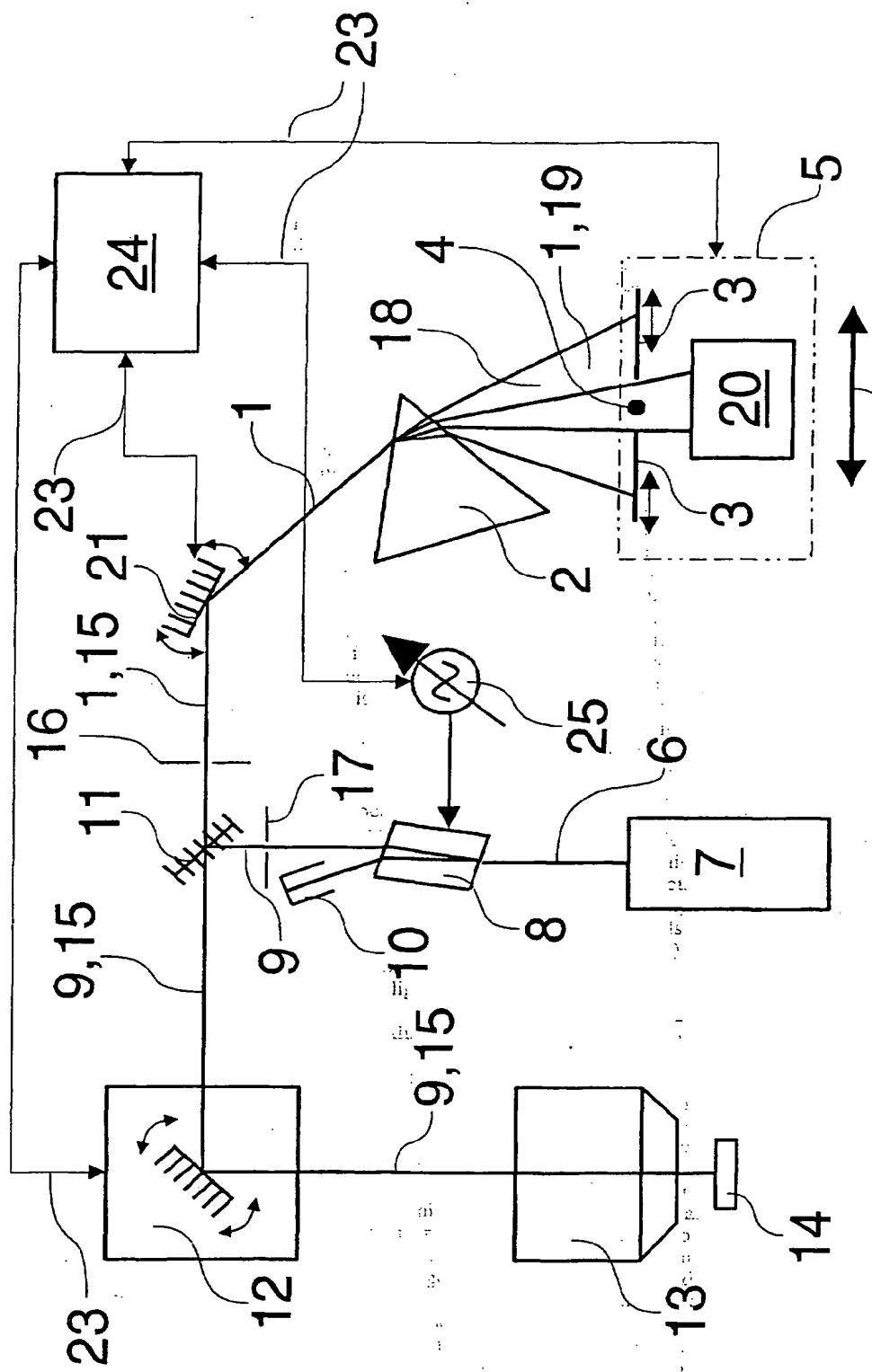


Fig.
22

Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 7981

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 192 980 A (DIXON ARTHUR E ET AL) 9. März 1993 (1993-03-09) * Zusammenfassung; Abbildung 5 * * Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 24 * * Spalte 4, Zeile 22 - Zeile 50 * * Spalte 5, Zeile 8 - Zeile 21 * * Spalte 6, Zeile 21 - Spalte 7, Zeile 2 * ---	1-13	G02B21/00 G01J3/32
X	US 5 329 352 A (JACOBSEN WOLFGANG) 12. Juli 1994 (1994-07-12) * das ganze Dokument *	1-13	
D, X	DE 43 30 347 A (LEICA LASERTECHNIK) 16. März 1995 (1995-03-16) * Spalte 6, Zeile 34 - Spalte 7, Zeile 5; Abbildung 5 *	1	
X	EP 0 548 830 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 30. Juni 1993 (1993-06-30) * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 48 *	1	
A	DE 198 35 072 A (ZEISS CARL JENA GMBH) 10. Februar 2000 (2000-02-10) * Zusammenfassung *	1-13	
D, A	DE 199 06 757 A (LEICA MICROSYS HEIDELBERG GMBH) 2. Dezember 1999 (1999-12-02) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 29 - Spalte 3, Zeile 49 *	13	G02B G01J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	8. November 2001	Daffner, M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument P : Zwischenliteratur & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
EPO FORM 1503.03.82 (P04/03)			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 11 7981

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

08-11-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5192980	A	09-03-1993	KEINE		
US 5329352	A	12-07-1994	DE 4111903 A1 CA 2065668 A1 DE 59206974 D1 EP 0508257 A2 JP 5142144 A		15-10-1992 13-10-1992 02-10-1996 14-10-1992 08-06-1993
DE 4330347	A	16-03-1995	DE 4330347 A1 WO 9507447 A1 DE 59409734 D1 EP 1058101 A2 EP 0717834 A1 JP 9502269 T US 5886784 A		16-03-1995 16-03-1995 23-05-2001 06-12-2000 26-06-1996 04-03-1997 23-03-1999
EP 0548830	A	30-06-1993	CA 2084923 A1 DE 69218150 D1 DE 69218150 T2 EP 0548830 A1 JP 6207853 A KR 275422 B1 US 5504575 A		21-06-1993 17-04-1997 19-06-1997 30-06-1993 26-07-1994 15-12-2000 02-04-1996
DE 19835072	A	10-02-2000	DE 19835072 A1 JP 2000056244 A		10-02-2000 25-02-2000
DE 19906757	A	02-12-1999	DE 19906757 A1 WO 9942884 A1 EP 1055144 A1		02-12-1999 26-08-1999 29-11-2000

13 Page Blank (uspto)